



LIFE12 ENV/FR/000316



Expérimentation  
pour une gestion  
concertée et durable  
de la pêche à pied de loisir  
Life+ PêcheAPiedeLoisir

# Protocole de suivi de l'habitat « herbiers de zostères »

Version 2014



# Rapport méthodologique des actions herbiers de zostères (actions B5 et C3) du programme LIFE+ « Expérimentation pour une gestion durable et concertée de la pêche à pied récréative en France »

Protocole de suivi stationnel des herbiers de zostères naines et marines

Année d'échantillonnage des herbiers 2014

---

Décembre 2014



Ce document a été co-écrit par :

**Fanny Kerninon**, Ingénieure d'étude (UBO/IUEM), chargée du développement et de la mise en œuvre du protocole "herbiers de zostères" et de la coordination des actions "herbiers de zostère" pour le projet LIFE+ en 2014

**Maud Bernard**, Ingénieure de recherche (UBO/IUEM), coordinatrice des actions champs de blocs et herbiers de zostères pour le projet LIFE+

**Validation scientifique:** Jacques Grall, Ingénieur de recherche, chargé de la coordination des séries Faune-Flore de l'Observatoire de l'IUEM

Pour citer le document : Kerninon F., Bernard M., Grall J., 2014. Rapport méthodologique des actions herbiers de zostères (actions B5 et C3) du programme LIFE+ : « Expérimentation pour une gestion durable et concertée de la pêche à pied récréative en France ». Protocole de suivi stationnel des herbiers de zostères naines et marines. Année d'échantillonnage des herbiers 2014. 17 pages + annexes.

## Table des matières

<b>1. Les suivis des herbiers de zostères dans le contexte du LIFE+ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Le projet LIFE+ .....	1
1.2. Objectifs du suivi stationnel des herbiers de zostères dans le contexte du projet LIFE+ ...	2
1.3. Sites et stations retenus pour le suivi stationnel des herbiers en 2014.....	2
<b>2. Protocole de suivi stationnel des herbiers de zostères dans le cadre du LIFE+.....</b>	<b>4</b>
2.1. Mise en place du protocole .....	4
2.2. Matériel et méthodes .....	5
2.3. Paramètres mesurés pour les suivis stationnels d'herbiers.....	7
2.3.1. <i>Echantillonnage des zostères</i> .....	9
2.3.2. <i>Echantillonnage des macroalgues</i> .....	11
2.3.3. <i>Observation de la faune associée</i> .....	12
2.3.4. <i>Echantillonnage des sédiments</i> .....	12
2.3.5. <i>Observation du relief</i> .....	13
2.3.6. <i>Observation de la fréquentation</i> .....	14
2.4. Stratégie d'échantillonnage .....	15
<b>3. Références.....</b>	<b>16</b>

## Liste des figures

**Figure 1.** Les onze territoires français concernés par le projet LIFE+ : cinq territoires relevant de la coordination par l'Agence des Aires Marines Protégées et six territoires relevant de la coordination par les bénéficiaires associés.

**Figure 2.** Représentation des sept territoires LIFE+ concernés par les suivis stationnels d'herbiers de zostères en 2014.

**Figure 3.** Représentation schématique de la station d'étude et du périmètre secondaire d'observation.

**Figure 4.** Représentation schématique de la fragmentation d'un herbier.

**Figure 5.** Représentation schématique de l'organisation et des étapes d'échantillonnage pour les suivis stationnels des herbiers de zostères à l'échelle d'un transect.

## Liste des tableaux

**Tableau 1.** Liste des territoires et stations d'herbiers de zostères sélectionnés en 2014 pour le suivi stationnel des herbiers de zostère du projet LIFE+.

**Tableau 2.** Synthèse des paramètres mesurés en 2014 pour le suivi stationnel des herbiers de zostères dans le cadre du programme LIFE+.

**Tableau 3.** Détail des classes du paramètre « estimation visuelle de la densité ».

**Tableau 4.** Détail des classes du paramètre « épibiose ».

**Tableau 5.** Détail des classes du paramètre « recouvrement des zostères ».

**Tableau 6.** Détail des classes du paramètre « recouvrement des dépôts de macroalgues ».

**Tableau 7.** Détail des classes du paramètre « bioturbation apparente liée à l'activité de l'endofaune ».

**Tableau 8.** Détail classement du sédiment en fonction de l'indice de Trask.

**Tableau 9.** Détail des classes du paramètre « relief ».

**Tableau 10.** Détail des classes du paramètre « gratis ».

## Liste des documents fournis en annexe

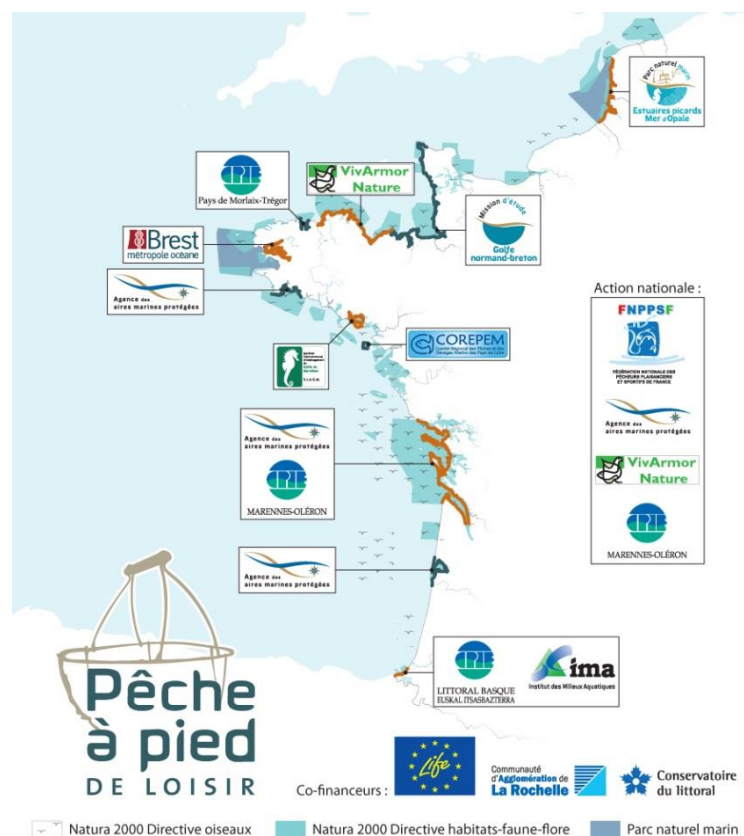
**Annexe 1.** Tableau synthétique des sites prospectés et des stations d'étude herbiers échantillonnées durant la période estivale 2014.

**Annexe 2.** Tableau synthétique des travaux scientifiques sur les interactions herbiers de zostères / pêche à pied.

# 1. Les suivis des herbiers de zostères dans le contexte du LIFE+

## 1.1. Le projet LIFE+

Le projet européen LIFE+ « Expérimentation pour une gestion durable et concertée de la pêche à pied récréative en France » (2013-2017) coordonné par l'Agence des aires marines protégées (AAMP) a pour objectif de mieux comprendre les interactions entre les activités de pêche à pied de loisir et les habitats et espèces des façades Manche-Mer du Nord et Atlantique, ainsi que de diffuser les bonnes pratiques auprès des pêcheurs en vue d'une activité durable. Il s'inscrit dans une démarche de bonne gouvernance matérialisée par un comité de pilotage national, 11 comités locaux de concertation et un comité scientifique et technique.



**Figure 1.** Les onze territoires français concernés par le projet LIFE+ : cinq territoires relevant de la coordination par l'Agence des Aires Marines Protégées et six territoires relevant de la coordination par les bénéficiaires associés. Source : Agence des aires marines protégées.

Les suivis des herbiers de zostères dans le cadre du projet LIFE+ sont menés par l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM) sur sept des onze territoires LIFE+ répartis le long de la façade Manche-Atlantique durant les trois années du projet. Au sein de chaque site, une ou plusieurs

zones d'herbiers susceptibles d'être fréquentées par les pêcheurs à pied de loisir ont été présélectionnées par les différents coordinateurs LIFE+. La plupart de ces zones ont été validées par l'IUEM pour la mise en place d'une station d'étude herbier. D'autres ont été modifiées ou retirées du projet en raison de leurs difficultés d'accès ou pour cause d'interdiction de pêche (insalubrité).

## **1.2. Objectifs du suivi stationnel des herbiers de zostères dans le contexte du projet LIFE+**

Le suivi stationnel mis en place par l'IUEM a pour objectif de suivre **la dynamique des herbiers de zostères naines et marines sous l'influence croisée des activités de pêche à pied de loisir et des facteurs environnementaux locaux**. Afin de disposer d'un diagnostic initial et de caractériser l'ensemble des stations herbiers LIFE+ d'un point de vue géographique, biologique, sédimentologique et de leur fréquentation par les pêcheurs à pied, le protocole de suivi déployé la première année (2014) utilise une gamme conséquente de paramètres décrite ci-après.

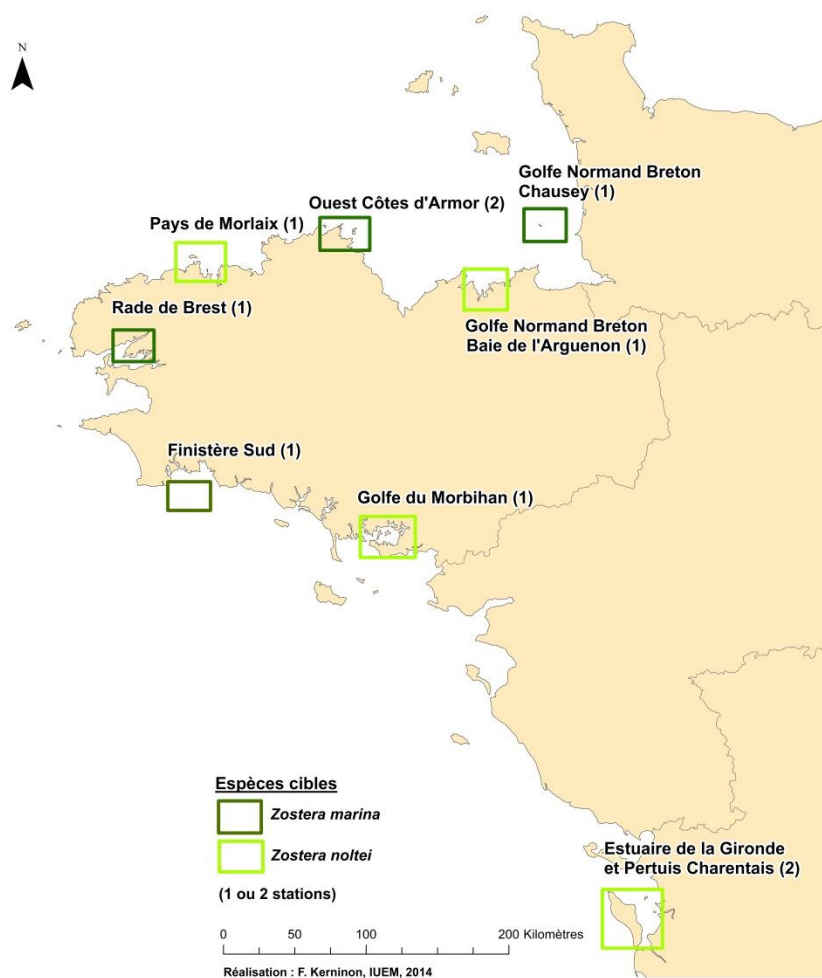
A partir des premiers résultats, le suivi stationnel sera simplifié pour ne retenir que les variables les plus sensibles aux effets des activités de pêche à pied de loisir. Il sera également adapté à terme, à une application *in situ* par les gestionnaires d'Aires Marines Protégées. Selon l'espèce de zostère concernée, des déclinaisons du protocole seront également proposées.

En 2014, l'échantillonnage des stations à *Zostera marina* a été effectué sur la période de juillet à septembre 2014 à basse mer et sur des coefficients de marées supérieurs à 105 (**Annexe 1**). Les stations à *Zostera noltei* ont été échantillonnées à basse mer à partir de coefficients de marées supérieurs à 80 et sur la période d'août à septembre 2014 (**Annexe 1**), période à laquelle les *Z. noltei* sont les mieux développées. Dans l'idéal et selon les conditions météorologiques de chaque année, l'échantillonnage de chaque station aura lieu à la même période. Néanmoins, à l'issue des premiers résultats d'analyse obtenus en 2014, la fréquence d'échantillonnage des herbiers en 2015 et 2016 est susceptible d'évoluer en concertation avec les différents acteurs du projet LIFE+.

Par ailleurs, une expérimentation sur la relation pêche à pied professionnelle/état écologique des herbiers est actuellement menée par le laboratoire LIENSs à la demande du CRPMEM Poitou-Charentes sur les estrans de la baie de Marennes-Oléron afin de quantifier la réponse de l'herbier aux différentes pratiques de la pêche à pied à la palourde (PG Sauriau com. pers.). Les résultats et conclusions de cette expérimentation seront suivis de près dans le cadre du projet LIFE+ et permettront de mieux comprendre les interactions entre « activités de pêche à pied » et « herbiers à *Zostera noltei* en milieu vaseux ».

## **1.3. Sites et stations retenus pour le suivi stationnel des herbiers en 2014**

Sur les 11 territoires du projet LIFE+, 7 sont concernés par les suivis stationnels annuels des herbiers de zostères (**Figure 2**).



**Figure 2.** Représentation des sept territoires LIFE+ concernés par les suivis stationnels d’herbiers de zostères en 2014.

Parmi ces 7 territoires, 10 stations d’herbiers de zostères ont été retenues et échantillonnées entre juillet et septembre 2014 : 5 concernent des herbiers à *Zostera marina* et 5 autres des herbiers à *Zostera noltei* (**Tableau 1**).

**Tableau 1.** Liste des territoires et stations d’herbiers de zostères sélectionnés en 2014 pour le suivi stationnel des herbiers de zostère du projet LIFE+.

Territoires	Stations herbiers	Structures LIFE+ bénéficiaires	Espèces ciblées
<b>Golfe Normand Breton</b>	La Rairie Plage des Haas	AAMP	<i>Z.marina</i> <i>Z.noltei</i>
<b>Pays de Morlaix</b>	Ile Callot	CPIE Pays de Morlaix-Trégor	<i>Z.noltei</i>
<b>Rade de Brest</b>	Kernisi	Brest Métropole	<i>Z.marina</i>
<b>Sud Finistère</b>	Saint-Nicolas des Glénan	AAMP	<i>Z.marina</i>
<b>Golfe du Morbihan</b>	Boëd	PNR du Golfe du Morbihan	<i>Z.noltei</i>
<b>Ouest Côtes d'Armor</b>	Arcouest Port Lazo	Association VivArmor Nature	<i>Z.marina</i> <i>Z.marina</i>
<b>Estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis</b>	Ades Manson	AAMP	<i>Z.noltei</i> <i>Z.noltei</i>

## 2. Protocole de suivi stationnel des herbiers de zostères dans le cadre du LIFE+

### 2.1. Mise en place du protocole

L’objectif du suivi stationnel des herbiers est de déterminer et de suivre **la dynamique des herbiers de zostères naines et marines sous l’influence croisée des activités de pêche à pied de loisir et des facteurs environnementaux locaux.**

En France peu d’études se sont penchées sur cette problématique, le projet LIFE+ est donc l’occasion de proposer un premier protocole de suivi portant spécifiquement sur les interactions de la pêche à pied de loisir avec les herbiers de zostères.

Un **travail de synthèse bibliographique** portant sur les principaux paramètres indicateurs utilisés pour les suivis écologiques d’herbiers de zostères a été réalisé dans ce sens (**Annexe 2**). Il en ressort que certains paramètres tels que la densité (Cobaço&Santos, 2005 ; Hily&Gacé, 2004), la biomasse (Mc Laughlin *et al.*, 2007 ; Cobaço&Santos, 2005) ou encore le taux de recouvrement des herbiers (Boese, 2002) pourraient être sensibles à l’activité de pêche à pied.



Le protocole proposé est également adapté en partie du travail mené sur les herbiers de phanérogames marines d’Outre-mer dans le cadre du **programme « Réseau d’observation des herbiers » de l’Initiative Française pour les REcifs CORalliens (IFRECOR)** (Kerninon&Hily, 2013).

Enfin, le protocole intègre certains des paramètres et méthodes associées du protocole de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la **Directive Cadre sur l’Eau** (Auby *et al.*, 2014).

Le suivi stationnel des herbiers de zostères proposé dans ce rapport a fait l’objet d’une validation le 01/07/2014 lors d’un premier groupe de travail regroupant différents experts de cet habitat. Les experts préalablement identifiés par leurs implications sur différents programmes et études des herbiers et présents lors de ce groupe de travail étaient: Claire Rollet et Nicolas Desroy (Ifremer Dinard), Jacques Grall (IUEM), Pierre-Guy Sauriau (LIENSs, Université de la Rochelle) et Isabelle Auby et Hélène Oger-Jeanneret (Ifremer Arcachon). Gaëlle Quémmerais-Amice et Sophie Beauvais de l’Agence des Aires Marines Protégées ainsi que Richard Coz, membre du Conseil Scientifique et Technique du projet LIFE+, étaient également présents.

Un second groupe de travail regroupant ces experts scientifiques ainsi que les coordinateurs locaux LIFE+ devrait avoir lieu courant 2015. Il sera l’occasion de présenter les résultats obtenus la première année de suivi, de valider un protocole simplifié pour 2015, d’aborder la question de la fréquence d’échantillonnage et des stations de références.

Enfin, la mise en œuvre de suivis herbiers dans le cadre du LIFE+ a également permis d’établir de nouveaux échanges avec les structures porteuses de programmes en cours sur ces milieux (programme Valmer porté par le Parc Naturel Régional du Golfe du Morbihan, projet HEIMa porté par Ifremer Dinard et le Symel, programme ZOSTERA porté par Ifremer Brest).

## **2.2. Matériel et méthodes**

Plusieurs méthodes et échelles de suivis sont utilisées pour la collecte des données :

- **Le Line Intercept Transect (LIT)**

Cette méthode développée pour l’étude de la végétation terrestre (Canfield, 1941) est communément utilisée dans les suivis et études des herbiers à l’international. Le LIT permet de reconstituer la radiale des points d’entrée et sortie de l’herbier le long d’un transect matérialisé par un ruban gradué (pentamètre). Cette méthode permet aussi de mesurer la fragmentation à l’échelle stationnelle et les paramètres associés. La longueur de 50 mètres a été retenue car elle est communément utilisée à l’international lors des suivis à pied des herbiers intertidaux tels que le SeagrassNet (Short *et al.*, 2006) ou Seagrass Watch (McKenzie *et al.*, 2001).

- **Le transect couloir (Belt)**

Le Belt constitue un transect surfacique matérialisé par le ruban gradué de 50 m et centré sur un couloir de 2 mètres de large.

- **Les quadrats**

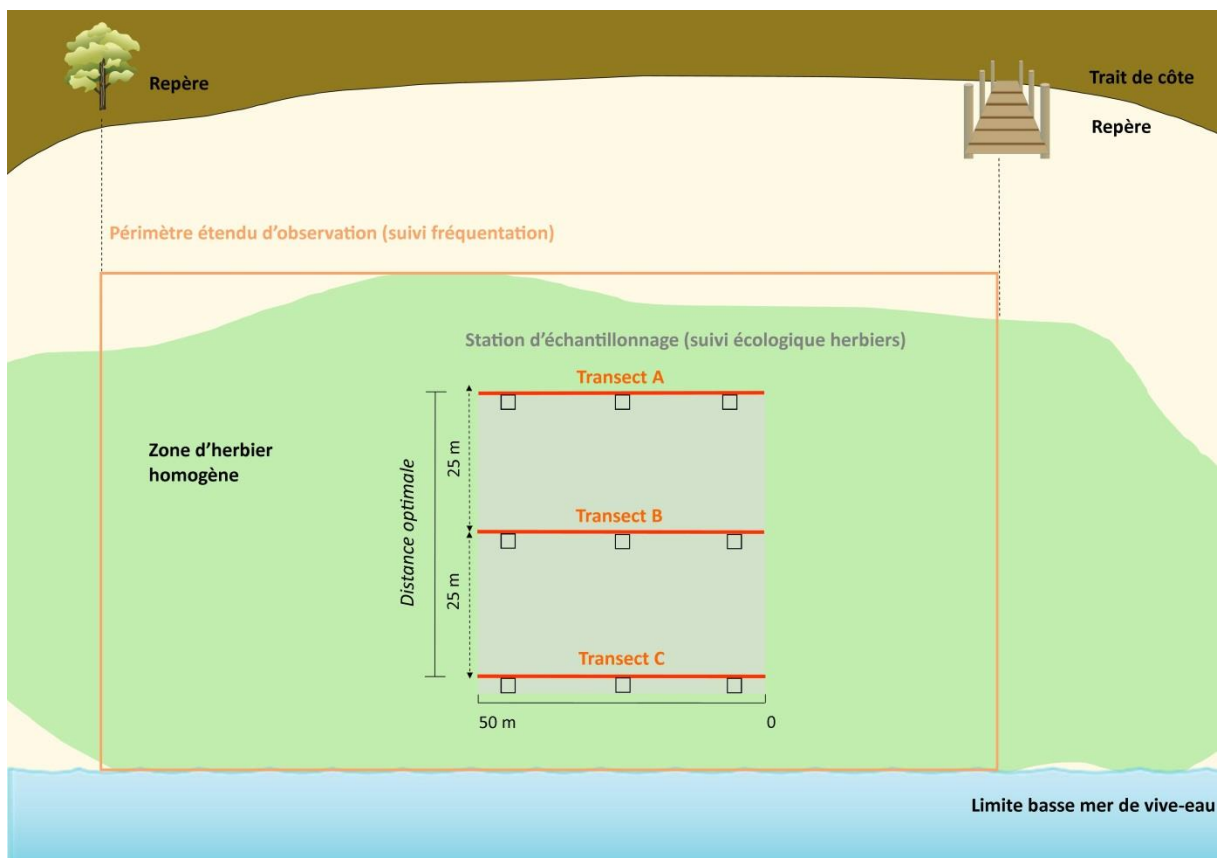
Des quadrats de 0.1m<sup>2</sup> et/ou 0.25 m<sup>2</sup> identiques à ceux utilisés dans les suivis herbiers de la DCE (Auby *et al.*, 2014) et du REBENT (Hily, 2006) sont répartis le long du transect à des distances préalablement fixées.

- **Surface totale de la station**

Pour chaque station, trois transects géoréférencés sont disposés parallèlement au trait de côte (Figure 3). Dépendante de la superficie des herbiers étudiés et du positionnement des transects, la surface totale de la station (en gris sur la Figure 3) peut être variable.

- **Périmètre étendu d'observation**

Ce périmètre inclut une surface d'herbier plus grande autour de la station d'étude pour la mise en œuvre de suivis de fréquentation des pêcheurs à pied à plus large échelle (Figure 3). La surface optimale reste à définir et sera potentiellement variable selon les sites. Des points de repères sur le terrain qui seront à terme géoréférencés permettront de définir et de repérer ce périmètre. En cours de définition en 2014, il n'est pas encore établi pour l'ensemble des stations.



**Figure 3.** Représentation schématique de la station d'étude d'un herbier de zostère et du périmètre étendu d'observation.

### **2.3. Paramètres mesurés pour les suivis stationnels d'herbiers**

L'ensemble des paramètres pris en compte dans les suivis stationnels herbiers de zostères du programme LIFE+ est décrit dans le **Tableau 2**.

**Tableau 2.** Synthèse des paramètres mesurés en 2014 pour le suivi stationnel LIFE+ des herbiers de zostères.

Matrice	Paramètres	Description	Matériel et méthode
<b>Zostères</b>	Densité	Nombre de pieds/m <sup>2</sup> de <i>Z. marina</i>	3 quadrats de 0,1 m <sup>2</sup> /transect (9 par station)
	Estimation visuelle de la densité de l'herbier	4 classes	LIT
	Biométrie foliaire	Mesure des longueurs des feuilles pour les <i>Z. marina</i> (cm) et une mesure de largeur de feuille par plant (cm)	2 quadrats de 0,05 m <sup>2</sup> /transect (6 par station)
	Etat des feuilles	Pourcentage de feuilles cassées et abîmées	2 quadrats de 0,05 m <sup>2</sup> /transect (6 par station)
	Epibiose	4 classes	3 quadrats de 0,1 m <sup>2</sup> /transect (9 par station)
	Biomasse	Poids sec (g/m <sup>2</sup> ) des feuilles et rhizomes des <i>Z. marina</i>	2 quadrats de 0,05 m <sup>2</sup> /transect (6 par station)
	Recouvrement	Taux de recouvrement (%) des <i>Z. marina</i> et <i>Z. noltei</i>	3 quadrats de 0,25m <sup>2</sup> /transect (évaluation avec carrés et photos) (9 par station)
	Mitage	Nombre de trous non végétalisés (compris entre 0,5 et 2 m)	LIT
	Fragmentation	Longueur non végétalisée/Longueur totale du transect (> 2 m) en % (taux de fragmentation) et nombre de patchs d'herbier	LIT
<b>Macroalgues</b>	Recouvrement	Taux de recouvrement (%) des dépôts de macroalgues vertes, rouges et brunes	3 quadrats de 0,25m <sup>2</sup> /transect (évaluation avec carrés et photos) (9 par station)
<b>Faune associée</b>	Bioturbation apparente liée à l'activité de l'endofaune	3 classes	Belt
	Oiseaux herbivores	Espèces et effectifs	Données de comptages et bibliographie disponibles
<b>Sédiment</b>	Type de substrat	Description globale du substrat	1 carotte/transect (3 par station) puis tamisage sur colonne AFNOR et analyse sous Gradistat + observation visuelle le long du LIT
	Granulométrie	Médiane (Q50) et indice de Trask (So)	1 carotte/transect (3 par station) puis tamisage sur colonne AFNOR
	Matière organique	Pourcentage de matière organique	3 carottes/transect (9 par station) puis four
<b>Relief</b>	Description relief	Caractérisation en 3 classes	Belt
<b>Fréquentation</b>	Pêcheurs à pied de loisir	Comptages pêcheurs à pied de loisir	Surface totale de la station et périmètre étendu d'observation
	Outils et pratiques	Catégories d'outils et observation des pratiques	Surface totale de la station et périmètre étendu d'observation
	Gratis	Longueur substrat grattée/Longueur totale du transect et types de gratis	LIT
	Piétinement	Nombre de traces franches de pas	LIT
	Macrodéchets ou présence d'autres activités anthropiques	Observation des interactions entre usages	Surface totale de la station et périmètre étendu d'observation

### 2.3.1. Echantillonnage des zostères

- **Densité et estimation visuelle de la densité de l'herbier**

Dans la mesure du possible, le nombre total de pieds de *Zostera marina* est évalué *in situ* à partir de 3 quadrats de 0.1 m<sup>2</sup> disposés le long de chaque transect aux distances suivantes : 5, 25 et 45 mètres (9 répliqués au total pour l'ensemble de la station). Si la mesure *in situ* n'est pas possible en totalité, les comptages restants s'effectueront au laboratoire sur les plants de zostères marines prélevés pour les mesures de biomasses. En cas d'absence d'herbier à une distance fixée, le quadrat est déplacé au prochain patch d'herbier visible après cette distance. Une valeur de densité par m<sup>2</sup> est ainsi obtenue.

Pour compléter ces données de densités et pour discuter des résultats de biomasses, une estimation visuelle de la densité de l'herbier est également relevée le long du transect via la méthode du LIT et selon 4 classes : herbier « très clairsemé », « clairsemé », « moyennement dense » et « dense » (**Tableau 3**). Pour les stations à *Zostera noltei*, seule l'estimation visuelle de la densité globale de l'herbier est réalisée.

**Tableau 3.** Détail des classes du paramètre « estimation visuelle de la densité ».

Densité globale de l'herbier	Description
Très clairsemé	Quelques brins de zostères épars recouvrent le transect
Clairsemé	Le recouvrement du sédiment sur le transect est plus important que celui des zostères
Moyennement dense	Le recouvrement du sédiment sur le transect est égal à celui des zostères
Dense	Le recouvrement des zostères sur le transect est plus important que celui du sédiment

- **Biométrie foliaire et état des feuilles**

Les longueurs de feuilles de *Zostera marina* sont effectuées en laboratoire et à partir des prélèvements de biomasses. Cette longueur est mesurée à partir du nœud basal, une annotation est faite si la feuille est cassée ou abîmée. Une mesure de largeur de la feuille par pied est aussi réalisée.

- **Epibiose**

L'épibiose est évaluée selon 4 catégories (**Tableau 4**) dans 3 quadrats de 0.1 m<sup>2</sup> le long de chaque transect (9 répliqués au total pour l'ensemble de la station).

**Tableau 4.** Détail des classes du paramètre « épibiose ».

Epibiose	Description
Absence	Absence d'épibiose sur les feuilles d'herbiers
Algues calcaires	Présence algues calcaires sur les feuilles d'herbiers
Algues filamenteuses	Présence algues filamenteuses sur les feuilles d'herbiers
Film biosédimentaire	Présence d'un film biosédimentaire sur les feuilles d'herbiers

- **Biomasse**

Les prélèvements de biomasses de *Zostera marina* sont effectués dans deux quadrats de 0.05 m<sup>2</sup> disposés le long de chaque transect (6 réplicats par station d'herbier au total) aux distances suivantes : 5 et 45 mètres. Chaque prélèvement de biomasse est ensuite congelé. Les échantillons sont ensuite décongelés puis rincés sur une maille de 1 mm. Les feuilles et les rhizomes sont séparées puis placés à l'étuve à 60°C pendant 48h avant d'être pesés.

- **Recouvrement des zostères**

Le taux de recouvrement des herbiers de zostères naines et marines est mesuré dans 3 quadrats de 0.25 m<sup>2</sup> disposés le long de chaque transect aux distances suivantes : 5, 25 et 45 mètres (9 réplicats au total pour l'ensemble de la station). L'estimation du taux de recouvrement se fait à partir de carrés plastifiés transparents représentant chacun une surface donnée de la surface totale du quadrat. Les valeurs sont ensuite classées (**Tableau 5**).

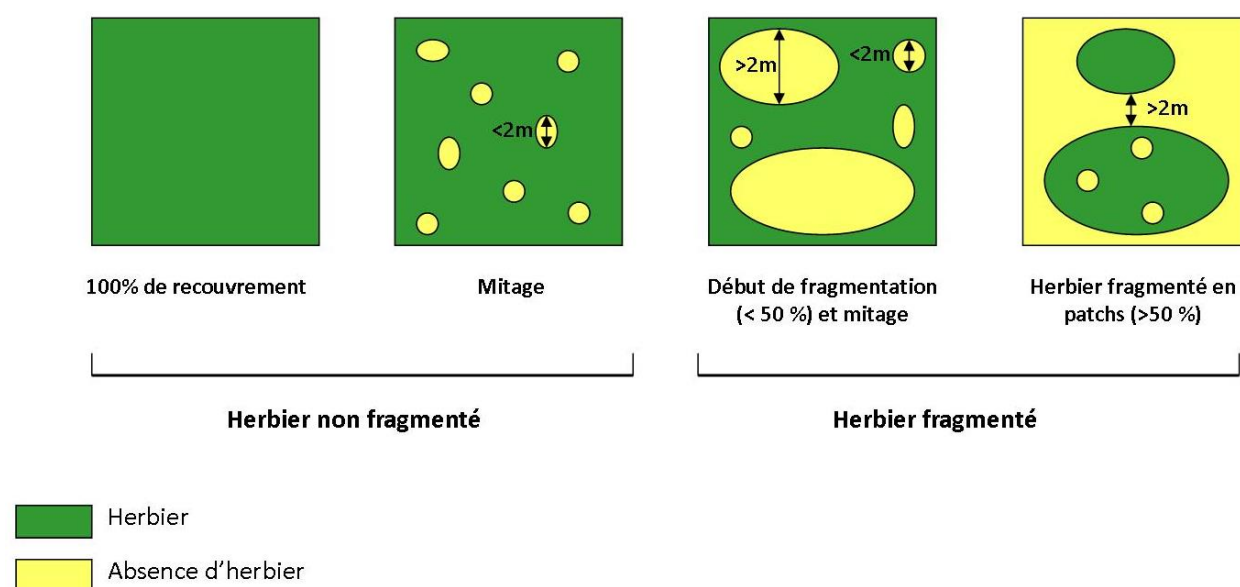
**Tableau 5.** Détail des classes du paramètre « recouvrement des zostères ».

Pourcentage de recouvrement des zostères	Classes
0%	0
1-25%	1
26-50%	2
51-75%	3
76-99%	4
100%	5

- **Fragmentation et mitage**

Le recouvrement de l'herbier correspond à la surface relative couverte par les phanérogames c'est-à-dire la surface végétalisée par rapport à la surface de l'enveloppe. La fragmentation de l'herbier est définie quant à elle par la surface relative de substrat nu (non colonisé par l'herbier) par rapport à la surface totale de l'herbier. Le résultat obtenu correspond au « taux de fragmentation », il est exprimé en pourcentage pour chacun des transects. Le nombre de patchs d'herbier (patchs complets et une ou deux fractions de patchs en début et fin du transect) est également calculé pour chaque transect de 50 mètres.

La surface végétalisée peut comporter de petites surfaces de substrat nu liées à des micro-aléas comme la bioturbation qui peuvent parfois être nombreux lorsque l'endofaune est abondante ou sous l'action d'activités anthropiques (pêche à pied, piétinement...). Cette « micro-fragmentation » peut être caractérisée par la notion de « mitage » au sein des zones végétalisées (**Figure 4**). Pour chaque radiale, le nombre de segments de sable nu de taille 50 cm et 2 m est noté d'après les informations recueillies par le LIT.



**Figure 4.** Représentation schématique de la fragmentation d'un herbier (Kerninon, 2012).

### 2.3.2. *Echantillonnage des macroalgues*

- **Recouvrement des dépôts de macroalgues**

Le taux de recouvrement des herbiers par les dépôts de macroalgues est mesuré dans 3 quadrats de 0,25 m<sup>2</sup> disposés le long de chaque transect aux distances suivantes : 5, 25 et 45 mètres (9 répliqués au total pour l'ensemble de la station). L'estimation du taux de recouvrement se fait à partir de carrés plastifiés transparents représentant chacun une surface donnée de la surface totale du quadrat. Les valeurs sont ensuite classées (**Tableau 6**).

**Tableau 6.** Détail des classes du paramètre « recouvrement des dépôts de macroalgues ».

Pourcentage de recouvrement des macroalgues	Classes
0%	0
1-25%	1
26-50%	2
51-75%	3
76-99%	4
100%	5

### 2.3.3. Observation de la faune associée

- **Observation de la bioturbation apparente liée à l'activité de l'endofaune**

La bioturbation qui se manifeste en surface par la présence de tumulus et de puits de tailles variables, correspond à l'activité de l'endofaune. Elle peut avoir des effets négatifs sur les plants d'herbiers qui peuvent être recouverts par les sédiments relargués en surface ou partiellement détruits au niveau des rhizomes et racines. Une valeur globale de la bioturbation apparente est donnée à l'échelle de la surface du Belt (**Tableau 7**).

**Tableau 7.** Détail des classes du paramètre « bioturbation apparente liée à l'activité de l'endofaune ».

Bioturbation apparente	Description
Absence	Aucun monticule de sédiment n'est présent sur le couloir
Occasionnelle	L'herbier présente quelques monts ou entonnoirs espacés les uns des autres, mais ceux-ci n'affectent pas le recouvrement de l'herbier
Importante	L'herbier est fortement impacté par les monticules. Le recouvrement par le sédiment est égal, voir supérieur au recouvrement en phanérogames marines

- **Présence d'oiseaux herbivores**

Une recherche bibliographique sur les espèces d'oiseaux brouteurs recensées à l'échelle de chaque station d'étude sera effectuée sur chaque site afin d'évaluer la pression potentielle de broutage de l'herbier par ces espèces. Sur certains sites, des comptages réguliers peuvent être effectués par des structures partenaires (LPO, association Bretagne Vivante...), dans ce cas les données disponibles seront utilisées.

### 2.3.4. Echantillonnage des sédiments

- **Type de substrat**

La description du type de substrat a lieu d'une part au moment de la réalisation du LIT pour la détermination de la fragmentation de l'herbier (différentiation des zones végétalisées des zones non végétalisées avec l'annotation du type de substrat dans ce dernier cas), et d'autre part au moment de l'analyse du sédiment sous Gradistat. Les classes de substrats restent très générales (sable vaseux, vase, sable grossier...), et seront à affiner au cours du temps.

- **Granulométrie**

Une carotte de 7 cm de diamètre et 5 cm de profondeur est prélevée en milieu de chaque transect à la distance de 25 mètres (3 réplicats au total pour l'ensemble de la station). De retour au



laboratoire les échantillons de sédiments sont mis à l'étuve pendant 48H avant d'être pesés. Ils sont ensuite lavés sur une un tamis d'une maille de 63 µm puis à nouveau séchés à l'étuve pendant 48H avant d'être pesés de nouveau. La différence entre ces deux pesées permet d'obtenir le poids et taux des pélites (particules fines de taille inférieure à 63 µm) éliminées au lavage. Les sédiments restants sont passés sur une colonne normalisée AFNOR comportant 14 tamis de (10 000 µm à 63 µm). Chaque fraction granulométrique obtenue par le refus de tamis est ensuite pesée. Les résultats sont analysés sous Gradistats (Blott & Pye, 2001) puis présentés par transect et interprétés grâce aux principaux indices sédimentologiques suivants :

- La médiane (Q50) permet d'évaluer la distribution du sédiment. Elle représente la valeur granulométrique à 50% du poids total.
- L'indice de Trask (So) permet d'apprécier le degré de classement du sédiment (**Tableau 8**).

**Tableau 8.** Détail classement du sédiment en fonction de l'indice de Trask (So) (Fournier *et al.*, 2012).

So	Classement
1 à 1.17	Très bien classé
1.17 à 1.20	Bien classé
1.20 à 1.35	Assez bien classé
1.35 à 1.87	Moyennement classé
1.87 à 2.75	Mal classé
> 2.75	Très mal classé

La composition du sédiment à l'échelle de la station (pélites, sables fins et graviers) est également analysée.

#### • Matière organique

Pour chaque transect, 3 carottes de sédiments de 3 cm de largeur et de 5 cm de profondeur sont prélevées dans l'herbier (9 répliqués au total par station) aux distances suivantes : 5, 25 et 45 mètres. De retour du terrain, les échantillons sont congelés à -20°C. Les débris végétaux et la faune du sédiment sont retirés. La mesure du poids sec (Psec) est ensuite réalisée après 48H à l'étuve 60°C. Le poids des cendres (PCendre) est mesuré après 4H au four à 450°C. Le PSSC (= PSec - PCendres) est ensuite calculé. Le pourcentage de matière organique est obtenu par la formule suivante : %MO = PSSC\*100/Psec.

#### 2.3.5. Observation du relief

Le relief peut dépendre de facteurs environnementaux à large échelle, varier suivant les sites et changer radicalement la morphologie et la structure d'un herbier par rapport à un autre. Il est principalement créé par l'érosion formant des microfalaises visibles au sein et entre les patches d'herbiers. Les activités de pêche à pied dans l'herbier peuvent également créer un relief visible sous

forme de cuvettes. Le dénivelé correspond à la différence de niveau de substrat entre la bordure du patch et le fond de la cuvette. Trois types de relief sont considérés dans le protocole LIFE+ (Tableau 9).

**Tableau 9.** Détail des classes du paramètre « relief ».

Relief	Description
Faible	Dénivelé inférieur à 15 cm. L'herbier est plat, il n'y a pas de dénivelé ni de cuvettes et microfaisse
Moyen	Dénivelé entre 15 et 25 cm. En dehors des microfaisces et/ou cuvette, l'herbier est plat et continu
Important	Dénivelé supérieur à 25 cm. L'herbier est fortement vallonné et comporte des microfaisces franches

### 2.3.6. Observation de la fréquentation

- **Pêcheurs, outils et pratiques**

Dans le cadre des suivis écologiques mais également lors des actions de comptages réalisées par les coordinateurs locaux LIFE+ sur chaque site pilote, le **nombre de pêcheurs à pied de loisir sera relevé à l'échelle des stations d'étude herbiers et des périmètres étendus d'observation associés (Figure 3)**. Ces nombres seront relevés ½ heure avant l'heure de basse mer dans la mesure du possible.

Le type de pêche pratiqué et les outils utilisés pour cette pratique seront également relevés. Lorsque cela est possible, une répartition spatiale globale des densités de pêcheurs à l'échelle de la station d'étude et à l'échelle du périmètre étendu d'observation sera également retranscrite sur une vue aérienne.

Des réflexions sur la mise en place d'un suivi comportemental ont eu lieu mais ne sont pas à l'ordre du jour en 2014 du fait du temps de travail supplémentaire pour les coordinateurs LIFE+ qui n'a pas été évalué en amont du projet.

- **Gratis et piétinement**

Le paramètre « gratis » tente d'évaluer les zones grattées, ratissées ou labourées par les pêcheurs à pied. Le taux de gratis ramené en pourcentage et le type de gratis (zones de substrat grattées, ratissées, labourées) sont évalués en mesurant la longueur de chaque gratis et en les catégorisant par type le long du ruban gradué de 50 mètres rapporté à la longueur totale du ruban gradué (méthode du LIT). Une première classification des types de gratis est proposée mais est susceptible d'évoluer (Tableau 10).

**Tableau 10.** Détail des classes du paramètre « gratis ».

Gratis	Description
Ancien	Forte densité de débris coquilliers distribués de façon plane et associée à une couleur plus sombre du sédiment. L'herbier est absent ou très clairsemé
Pelle/bêche	Monticule de sédiment souvent composé de débris coquilliers associé à une cuvette
Grattoir	Trace de crocs visibles sur le sédiment

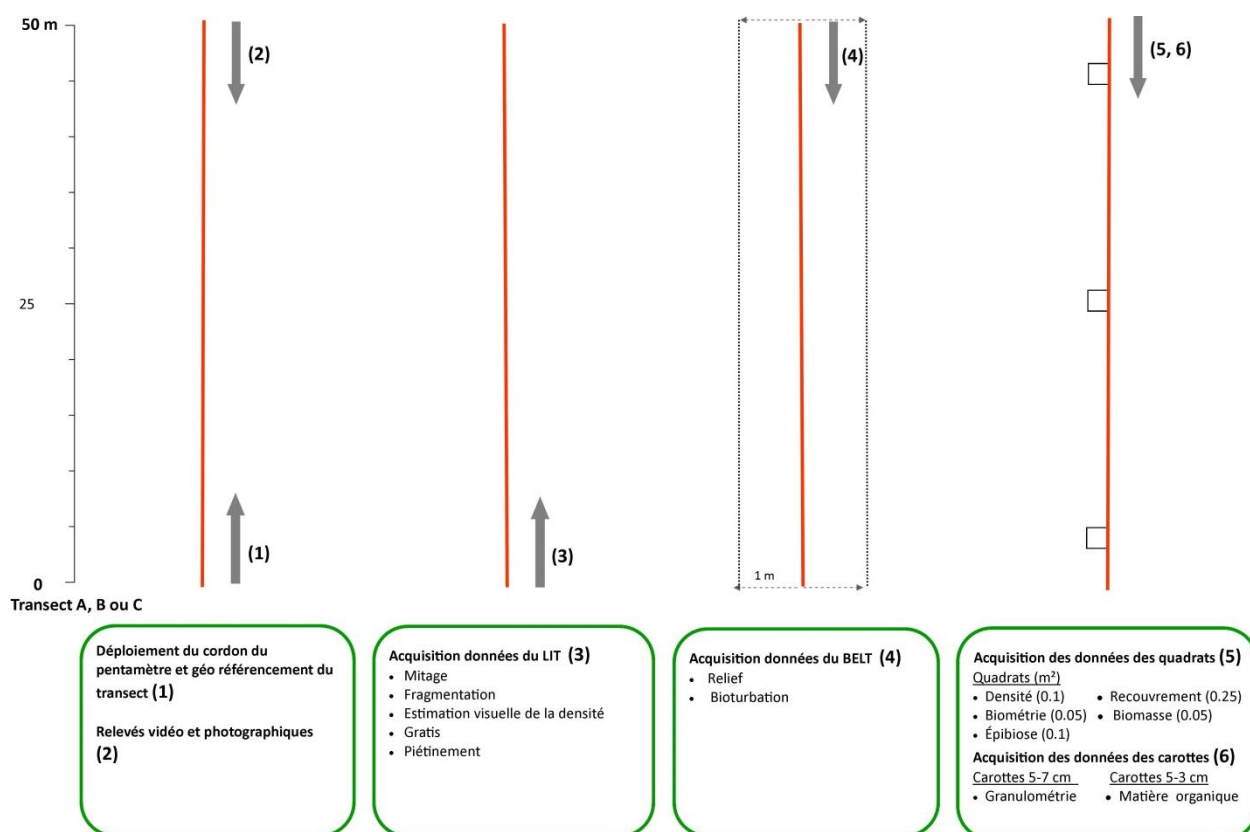
Les **traces franches liées au piétinement** sont également dénombrées le long des transects selon la méthode du LIT.

- **Macrodéchets ou présence d'autres activités anthropiques**

La présence d'éléments d'origine anthropique (corps morts, macrodéchets...) ou encore d'usages anthropiques autres que la pêche à pied de loisir, sont également relevés aux échelles de la station d'étude et du périmètre étendu d'observation.

## **2.4. Stratégie d'échantillonnage**

La **Figure 5** représente l'organisation de l'échantillonnage à l'échelle d'un transect pour une station d'étude herbier donnée.



**Figure 5.** Représentation schématique de l'organisation et des étapes d'échantillonnage pour les suivis stationnels des herbiers de zostères à l'échelle d'un transect.

### 3. Références

- Auby I., PG Sauriau., Oger-Jeanneret H., Hily C., Dalloyau S., Rollet C., Trut G., Fortune M., Plus M., Rigouin L., 2014. Protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) *Zostera marina* - *Zostera noltii*, Version 2. 50 pp.
- Blott, S., Pye, K. 2001. Gradistat: grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediment. *Earth, Surface Processes and Landforms* 26, 1237-1248.
- Boese B. L., 2002. Effects of recreational clam harvesting on eelgrass (*Zostera marina*) and associated infaunal invertebrates: *in situ*, manipulative experiments. *Aquatic Botany*, 73: 63–74.
- Canfield R.H., 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *J. Forestry* 39: 388–394.
- Cabaço, S., Alexandre, A. & Santos, R., 2005. Population-level effects of clam harvesting on the seagrass *Zostera noltii*. *Marine Ecology Progress Series*, 298, 123–129.

- Fournier J., Bonnot-Courtois C., Paris R., Voldoire O., Le Vot M., 2012. Analyses granulométriques, principes et méthodes. CNRS, Dinard, 99 p.
- Hily C., 2006. Fiche Technique Rebut n°4: Suivi des herbiers de zostères. 6 pp.
- Hily C., Gacé N., 2004. Impact de la pêche à pied sur les peuplements et les habitats de l'estran : cas des herbiers de zostères marines. In Contribution à la gestion et à la conservation des espaces marins insulaires protégés (Manche - Atlantique) : les activités de pêche à pied et de plongée ; impacts sur la biodiversité et mise au point d'outils d'évaluation (coord. C. Hily). Programme de recherche Espaces protégés (Minist. Env.). Rapport UBO, chapitre 3, 34 pp.
- Kerninon F., 2012. Premières actions de mise en place d'un réseau d'observation des herbiers de phanérogames marines de l'Outre-mer. Rapport de stage de Master 2, Sciences de la Mer et du Littoral - mention Expertise et Gestion de l'Environnement Littoral, LEMAR, IUEM, UBO Brest. 137 pp.
- Kerninon F., Hily C., 2013. Proposition de protocole de suivi stationnel des herbiers de phanérogames marines: paramètres mesurés et détails techniques. Document de travail du TIT Resobs Herbiers de l'IFRECOR. Décembre 2013. 22 pp.
- McLaughlin E., Portig A., Johnson M.P., 2007. Can traditional harvesting methods for cockles be accommodated in a Special Area of Conservation? – ICES Journal of Marine Science, 64: 309–317.
- McKenzie L.J., Campbell S.J., Roder C.A., 2001. Seagrass-Watch: manual for mapping and monitoring seagrass resources by community (citizen) volunteers. Queensland Department of Primary Industries, Cairns, 94 pp.
- Short F.T., McKenzie L.J., Coles R.G., Vidler K.P., Gaeckle J.L., 2006. SeagrassNet. Manual for Scientific Monitoring of Seagrass Habitat, Worldwide Edition. University of New Hampshire Publication. 75 pp.

**Annexe 1.** Tableau synthétique des sites prospectés et des stations d'étude herbiers échantillonnées durant la période estivale 2014.

Date	Territoires LIFE+	Stations d'étude	Coefficient de marée	Espèces concernées	Prospection station	Echantillonnage station
14/05/2014	<b>Sud Finistère</b>	Mousterlin	88	<i>Z.noltei</i>	✓	
16/05/2014	<b>Rade de Brest</b>	Kéraliou	97	<i>Z.noltei, Z.marina</i>	✓	
15/05/2014	<b>Sud Finistère</b>	Saint-Nicolas des Glénan	96	<i>Z.marina</i>	✓	
13/06/2014	<b>Golfe du Morbihan</b>	Ile de Boéd	96	<i>Z.noltei</i>	✓	
16/06/2014	<b>Golfe Normand Breton</b>	Plage des Haas	95	<i>Z.noltei</i>	✓	
14/06/2014	<b>Ouest Côtes d'Armor</b>	Pointe de l'Arcouest	100	<i>Z.noltei, Z.marina</i>	✓	
15/06/2014	<b>Ouest Côtes d'Armor</b>	Pointe de Bilfot	99	<i>Z.noltei, Z.marina</i>	✓	
14/07/2014	<b>Ouest Côtes d'Armor</b>	Pointe de l'Arcouest	106	<i>Z.marina</i>		Incomplet
15/07/2014	<b>Ouest Côtes d'Armor</b>	Pointe de Bilfot	106	<i>Z.marina</i>		Incomplet
28/07/2014	<b>Estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis</b>	Manson	81	<i>Z.noltei</i>		✓
29/07/2014	<b>Estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis</b>	Ade	80	<i>Z.noltei</i>		✓
11/08/2014	<b>Pays de Morlaix</b>	Ile Callot	106	<i>Z.noltei, Z.marina</i>		✓
12/08/2014	<b>Golfe Normand Breton</b>	La Rairie	112	<i>Z.marina</i>		✓
13/08/2014		La Rairie	112	<i>Z.marina</i>		
14/08/2014	<b>Golfe Normand Breton</b>	Plage des Haas	106	<i>Z.noltei</i>		✓
28/08/2014	<b>Golfe du Morbihan</b>	Boéd	85	<i>Z.noltei</i>		✓
09/09/2014	<b>Rade de Brest</b>	Kernisi	109	<i>Z.marina, Z.noltei</i>		✓
11/09/2014	<b>Rade de Brest</b>	Kernisi	114	<i>Z.marina, Z.noltei</i>		
10/09/2014	<b>Sud Finistère</b>	Saint-Nicolas des Glénan	115	<i>Z.marina</i>		Incomplet

**Annexe 2.** Tableau synthétique des travaux scientifiques sur les interactions herbiers de zostères / pêche à pied.

Objectif	Phanérogames	Matrice	Paramètres	Matériel et méthode	Résultats	Références
1) Examiner les effets d'une saison de pêche récréative imitée sur le grattage	<i>Zostera marina</i>	Zostère	Recherche des palourdes	100 points sont assignés à un control ou un zone pêchée	Pas de différence sur aucun de ces paramètres entre la zone grattée et la zone témoin. <i>Z.marina</i> semble avoir une forte capacité de résilience face à ce type de perturbation.	Boese, 2002
			Biomasse	Carotte de 15 cm de diamètre		
			Taux d'élongation	Quadrat de 1m² divisé en 4 quadrats de 0,25m². 10 pieds sont marqués dans 10 control et 10 traités. Deux semaines après le marquage ces 20 échantillons sont échantillonnés		
			Pourcentage recouvrement	Quadrat de 1m² divisé en 4 quadrats de 0,25m² composé d'une grille avec 25 intersections. point intercept methode en utilisant les intersections d'une grille. Pour chaque point est précisé la présence d'herbier, algues ou sédiment nu		
			Epiphytes	Les épiphytes sont retirés manuellement de la feuille		
		Faune associée	Mégafaune	Carotte de 15 cm de diamètre -100 cm de profondeur		
			Macrofaune	2 carottes de 8 cm de diamètre et 5 cm de large par quadrat puis tamisage sur maille de 0,5 mm		
		Sédiment	Granulométrie	Sieve-pipette methods (buchanan, 1984)		
			Matière organique	1 carotte de 3,4 cm de diamètre et 5 cm de profondeur est prélevée		
2) Examiner les effets d'une saison de pêche récréative imitée sur le creusement		Zostère	Biomasse	Carotte de 15 cm de diamètre	Biomasse significativement plus faible 1 mois après traitement	
			Pourcentage de recouvrement	Quadrat de 1m² divisé en 4 quadrats de 0,25m² composé d'une grille avec 25 intersections. point intercept methode en utilisant les intersections d'une grille. Pour chaque point est précisé la présence d'herbier, algues ou sédiment nu	Pas de différences significatives	
			Taux d'élongation	Quadrat de 1m² divisé en 4 quadrats de 0,25m². 10 pieds sont marqués dans 10 control et 10 traités. Deux semaines après le marquage ces 20 échantillons sont échantillonnés		
		Faune associée	Macrofaune		Pas de différences significatives entre la zone pêchée et non pêchée	

**Annexe 2.** Tableau synthétique des travaux scientifiques sur les interactions herbiers de zostères / pêche à pied (suite).

Objectif	Phanérogames	Matrice	Paramètres	Matériel et méthode	Résultats	Références
1) Analyser les effets pêche à la palourde sur densité et biomasse de l'herbier en comparant un milieu perturbé et non perturbé par la pêche	<i>Zostera noltei</i>	Zostère	Densité	5 carottes de 12 cm de diamètre prélevé aléatoirement en milieu perturbé et 5 en milieu non perturbé. Dénombrement nombre pieds.	Densité des pieds significativement plus faible qu'en milieu non impacté par la pêche	Cabaço & Santos, 2005
			Biomasse	5 carottes aléatoires. Echantillon à l'étuve (60°C,48H)	Biomasse inférieure en milieu impacté	
2) Tester les effets de la pêche à la palourde sur la densité de <i>Z. noltei</i> et sur sa résilience/son recouvrement			Densité	14 quadrats permanents de 10 × 10 cm. 7 en milieu perturbé, 7 en milieu non perturbé. Comptage nombre de pied	Réduction de densité 15 jours après pêche expérimentale 43% des pieds immédiatement perdus, 19% de pieds restants ont des dommages  Retour état non perturbé des pieds 30 jours après	
3) Déterminer les effets des dommages physiques causés par la technique de pêche à la palourde sur la survie de la plante, la croissance et la production			Evaluation survie de la plante	Découpage du rhizome selon une longueur croissante du méristème apical racinaire (5 niveaux). 10 réplicats. Déplacement en sac plastique perforé avec sédiment. Après 30 jours les nouveaux internoeuds sont mis à l'étude (60°C, 48H) pour estimation production des rhizomes	Effet sur la survie de la plante lorsqu'il reste qu'un module connecté au meristème apical  La production des plants et internoeuds, l'élongation du rhizome et des rhizomes ne sont pas affectés	
				Découpage des pieds à leur base selon 4 degrés de dommages. 10 réplicats. Déplacement en sac plastique perforé avec sédiment.	La survie de la plante est plus faible lorsque l'apex est coupé	



**Annexe 2.** Tableau synthétique des travaux scientifiques sur les interactions herbiers de zostères / pêche à pied (suite).

Objectif	Phanérogames	Matrice	Paramètres	Matériel et méthode	Résultats	Références
1) Comparaison de la faune et du sédiment de deux zones (herbier disparu et herbier non perturbé à proximité)	<i>Zostera marina</i>	Sédiment	Granulométrie	3 carottes de 15 de longueur et 3 cm de diamètre en zone non pêchée et 3 en zone pêchée tous les 3 mois puis tamisage	Médiane de la zone pêchée nettement supérieure à médiane zone témoin dans l'herbier	Hily & Gacé, 2004
			Matière organique	3 carottes en zone non pêchée et 3 carottes en zone pêchée tous les 3 mois puis étuve et four	Taux 2 fois plus important dans l'herbier qu'en zone pêchée Importance facteur site Pas de différence entre surface et le fond	
			Faune associée	Macrofaune	15 carottes de 11,5 cm de diamètre dans chaque zone. Tamisage sur maille de 1 mm puis tri pour analyse. Calcul d'abondance et nombre d'espèce	Faune de l'herbier est significativement plus riche et plus abondante que la zone pêchée  Disparition espèces caractéristique de l'herbier en zone perturbée au profit de nouvelles espèces  Dynamique saisonnière des peuplement différente dans les 2 zones
2) Tester expérimentalement la réponse de l'herbier et son peuplement de faune face à une pêche à la palourde avec un croc binette		Zostère	Densité pied	Simulation de différentes fréquences de pêche au croc-binette (3, 6, 9, 12 mois) dans 3 quadrats de 1/4 m <sup>2</sup> . Comptage nombre de pied dans et a proximité du quadrat	Disparition de 50 % des pieds dans la zone grattée à chaque impact et une perturbation tous les 3 mois conduit en un an. Diminution de plus de 90% des pieds à l'échelle du quadrat  Impact maximum en hiver (masqué en été par la pousse naturelle de nouveaux pieds)  Plus d'une année est nécessaire à l'herbier pour se reconstituer	

**Annexe 2.** Tableau synthétique des travaux scientifiques sur les interactions herbiers de zostères / pêche à pied (suite).

Objectif	Phanérogames	Matrice	Paramètres	Matériel et méthode	Résultats	Références
1) Evaluer les impacts de la pêche aux coques ( <i>Cerastoderma edule</i> ) sur les herbiers de zostères situés sur de la vase intertidale (Manip expérimentale)	<i>Zostera noltei</i> (Ringneil Bay) et <i>Zostera noltei</i> et <i>Zostera angustifolia</i> (North End)	Zostère	Biomasses	Echantillonnage large échelle, plusieurs point de prélèvement selon une grille. Quadrat de 0.0625 m². 12 stations de 4m² : 6 stations pêchées et 6 non pêchées. Prélèvement avant et après manipulation. Lavage échantillons puis mesure biomasses (poids frais et poids sec)	Après 3 mois, les stations pêchées montrent 3 fois moins de biomasse que les stations non pêchées	Mc Laughlin <i>et al</i> , 2007
2) Evaluer les variations des populations de coques dans la zone d'étude					Manipulation <i>in situ</i> sur les populations de coques montrent surtout que la densité en coques âgées est faible sur les sites pêchés. Néanmoins il ya aussi une mortalité naturelle dans les communautés étudiées.	
3) Evaluer les effets du ratissage sur les populations de coques et le sédiment en lui-même (manip expérimentale)					Perte de 88% de biomasse en moyenne. Les autres effets indirects sont la diminution de la nourriture disponible pour les oiseaux migrants qui arrivent en automne. A noter que les effets du ratissage pour la pêche aux coques sont similaires sur les 2 espèces de zostères ( <i>Z.noltei</i> et <i>Z.angustifolia</i> ).	

# Protocole de suivi de l'habitat « herbiers de zostères »

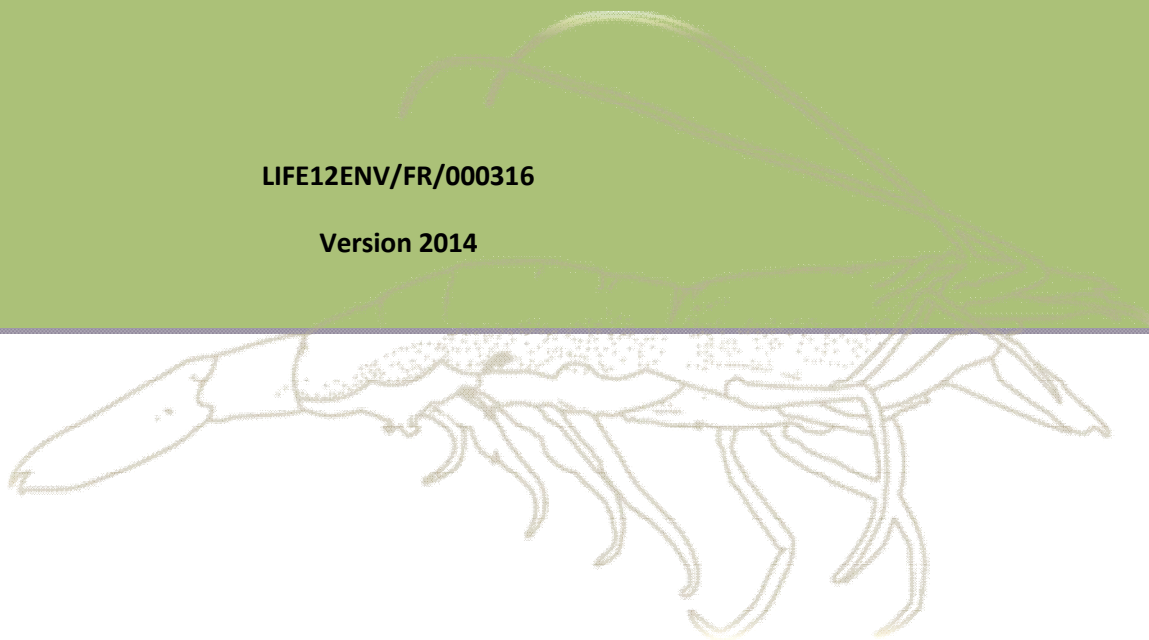
Expérimentation  
pour une gestion  
concertée et durable  
de la pêche à pied de loisir  
Life+ PêcheAPiedeLoisir

Le protocole a été mis au point par Fanny Kerninon et  
Maud Bernard, laboratoire LEMAR, IUEM, Plouzané.

Il permet de suivre la dynamique des herbiers de  
zostères naines et marines sous l'influence des  
facteurs environnementaux et de la pression de pêche  
à pied de loisir. La liste des nombreux paramètres  
mesurés dans ce protocole a vocation à se simplifier  
dans ses versions ultérieures.

LIFE12ENV/FR/000316

Version 2014



Conservatoire  
du littoral



VivArmor  
Nature



FÉDÉRATION NATIONALE DES  
PÊCHEURS PLAISANCEURS  
ET SPORTIFS DE FRANCE